

S04P14-8W000

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-162573

(P 2 0 0 2 - 1 6 2 5 7 3 A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G02B 26/08		G02B 26/08	A 2H041
5/18		5/18	2H049
5/32		5/32	
G03B 21/00		G03B 21/00	E
			F

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全17頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-358206(P 2000-358206)

(22) 出願日 平成12年11月24日(2000.11.24)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 菅沼 洋

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

Fターム(参考) 2H041 AA12 AA16 AB14 AC08 AZ01  
AZ05

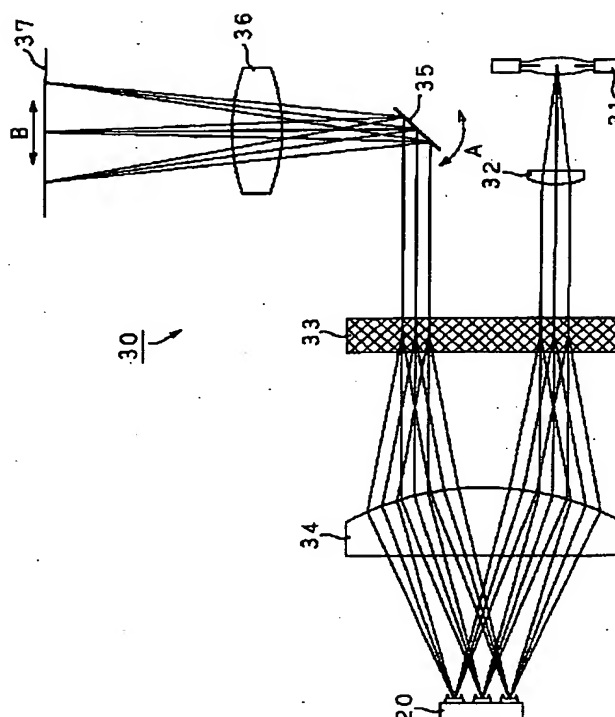
2H049 AA07 AA13 AA55 AA61 CA05  
CA09 CA11 CA22

(54) 【発明の名称】 空間変調器及び画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高速に且つ簡便に画像をカラー表示する。

【解決手段】 ランプ31から出射した白色光を、体積型ホログラム素子33によって赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光に分波し、シリンドリカルレンズ34によってGLV20に集光する。GLV20によって、各色の光をそれぞれ独立して空間的に変調し、シリンドリカルレンズ34を介して体積型ホログラム素子33に入射させる。この体積型ホログラム素子33によって、3色の光を合波した後に、ガルバノミラー35によって所定方向に走査し、投影レンズ36を介して投影面37にカラー表示された画像を投影する。



Best Available Copy

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、複数の微小なリボンが一次元的に配設されてなるリボン列を複数備え、

上記各リボン列における各リボンは、それぞれ独立して駆動されることにより、上記基板の主面に対して上昇又は下降自在とされ、

上記各リボン列は、それぞれ異なる波長域の光が入射されるとともに、入射された光を空間的に変調して反射することを特徴とする空間変調器。

【請求項2】 所定の波長域の光を出射する光源と、上記光源から出射された光が波長域毎に一次元的に入射されるとともに、各光の入射位置にそれぞれ一次元型の空間変調素子が複数配設されてなり、入射された光を各空間変調素子によって波長域毎に空間的に変調する空間変調器と、

上記空間変調器によって波長域毎に変調された光を合波して所定の方向に出射する合波機構と、

上記合波機構によって合波された光を所定の方向に走査して投影することにより画像を表示する投影機構とを備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項3】 上記空間変調器は、上記一次元型の空間変調素子として、基板上に複数の微小なリボンが一次元的に配設されてなるリボン列を複数備え、

上記各リボン列における各リボンは、それぞれ独立して駆動されることにより、上記基板の主面に対して上昇又は下降自在とされていることを特徴とする請求項2記載の画像表示装置。

【請求項4】 上記合波機構として、体積型ホログラム素子、平面型ホログラム素子、回折格子、又はダイクロイックミラーを備えていることを特徴とする請求項2記載の画像表示装置。

【請求項5】 上記合波機構として、それぞれ異なる方向から入射された光を合成して一定の方向に出射するように多重記録された体積型ホログラム素子を備えていることを特徴とする請求項4記載の画像表示装置。

【請求項6】 上記合波機構として、異なる方向から入射された光をそれぞれ一定の方向に出射する複数の体積型ホログラム素子を備えていることを特徴とする請求項4記載の画像表示装置。

【請求項7】 上記光源として、それぞれ異なる波長域の光を出射し、出射した光を上記空間変調器の空間変調素子にそれぞれ入射させる複数の光源部を備えていることを特徴とする請求項2記載の画像表示装置。

【請求項8】 上記光源から出射された光をそれぞれ異なる波長域の光に分波して、分波した光を上記空間変調器の空間変調素子にそれぞれ入射させる分波機構を備えていることを特徴とする請求項2記載の画像表示装置。

【請求項9】 上記分波機構として、体積型ホログラム素子、平面型ホログラム素子、回折格子、又はダイクロ

イックミラーを備えていることを特徴とする請求項8記載の画像表示装置。

【請求項10】 上記分波機構として、一定の方向から入射された光を波長域毎に分波して、それぞれ異なる方向に出射するように多重記録された体積型ホログラム素子を備えていることを特徴とする請求項9記載の画像表示装置。

【請求項11】 上記分波機構として、一定の方向から入射された光をそれぞれ異なる方向に出射する複数の体積型ホログラム素子を備えていることを特徴とする請求項9記載の画像表示装置。

【請求項12】 上記空間変調器の各空間変調素子は、表示する画像における異なる領域に相当する光を変調し、

上記投影機構は、上記空間変調器の各空間変調素子により変調された光を波長域毎に異なる位置に投影するとともに、各光を投影する位置を調整して順次走査することにより、カラー表示された画像を表示することを特徴とする請求項2記載の画像表示装置。

## 20 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像を表示する画像表示装置に関する。また、このような画像表示装置に用いるに好適な空間変調器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、光を投影することにより画像を表示する各種の表示装置が実用化されている。このような表示装置において、投影する光を表示する画像に応じて変調する空間変調器としては、例えば、液晶パネルやDMD (Digital Micromirror Device) などが用いられている。

【0003】 ここで、例えば液晶パネルを用いて表示装置を構成した場合には、入射した光のうちの大部分が、カラーフィルタや画素間のフレームによって吸収や反射されてしまう。このため、高い輝度を得るためには、大出力の光源を用いる必要があり、消費電力が増大してしまう。

【0004】 そこで、液晶パネルの各画素（ピクセル）に対して色分解した光をそれぞれ入射させるために、マイクロレンズと体積型ホログラム素子とを用いて実現する手法が提案されている (Applied Optics, Vol. 36, 4761, 1997)。また、同様の目的を達成するために、回折格子（グレーティング）を用いて色分解を行うという提案 (Applied Optics, Vol. 17, 2273, 1978) や、回折型光学素子を用いて色分解を行うという提案 (Applied Optics, Vol. 38, 7193, 1999), (Opt. Lett. 18, 1214, 1993) などがなされている。

【0005】 体積型ホログラム素子は、通常のグレーティングや平面型ホログラム素子と比較して、回折効率や波長分解能が高いため、各種の用途に広く適する理想的

な光学特性を示すことが知られている。しかしながら、体積型ホログラム素子は、材料自体の安定性が低く、熱による膨張や湿度に対する安定性などに問題がある。ところが、近年では、このような体積型ホログラム素子を利用してメモリ素子を構成する技術に対する関心が高まったことによって材料開発が進み、広く実用に耐え得る優れた特性を示す体積型ホログラム素子が実用化されつつある。このような体積型ホログラム素子のひとつとして、PDA (Phoropolymer with Diffusion Amplification) を挙げることができる (SPIE Proc., Vol. 3740, 25 8, 1999)。

【0006】また、近年では、マイクロマシンによって自在に駆動することが可能な回折格子 (グレーティング) の研究・開発が進められている。そこで、このような回折格子を、表示画像に応じて投影する光を変調する空間変調器として用いた表示装置に関する提案がなされており、注目を集めている (USP 5311360)。

【0007】このように、空間変調器として用いられるマイクロマシン型の回折格子は、一般にグレーティングライトバルブ (GLV: Grating Light Bulb) と称されており、従来から空間変調器として用いられているような液晶パネルやDMDと比較して、高速で動作させることができるとともに、各種の半導体製造技術を用いて低コストで製造することができるといった特徴を有している。

【0008】したがって、GLVを用いて表示装置を構成することにより、継ぎ目がなく鮮明で明るい画像を表示できる表示装置を、低コストで実現できるものとして期待されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年ではGLVを空間変調器として用いた表示装置が各種提案されているものの、このGLVが従来から広く空間変調器として用いられている液晶パネルやDMDとは全く異なる構成により空間変調を行うため、未だ具体的且つ効率的な画像表示を行う手法が確立されていないのが実状である。

【0010】すなわち、過去に提案されているGLVを用いた表示装置では、画像を表示するための光学系が複雑であるため、実際に実現しようとする、装置全体の大型化・複雑化を招いてしまうといった問題がある。

【0011】本発明は、上述した従来の実状を鑑みてなされるものであり、画像を高速に且つ簡便にカラー表示することが可能な画像表示装置を提供することを目的とする。また、このような画像表示装置に用いるに好適な空間変調器を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る空間変調器は、基板上に、複数の微小なリボンが一次的に配設されてなるリボン列を複数備える。上記各リボン列にお

る各リボンは、それぞれ独立して駆動されることにより、上記基板の主面に対して上昇又は下降自在とされる。また、上記各リボン列は、それぞれ異なる波長域の光が入射されるとともに、入射された光を空間的に変調して反射することの特徴とする。

【0013】以上のように構成された本発明に係る空間変調器は、一次的に配設された複数のリボン列によって、それぞれ異なる波長域の光を空間的に変調することができる。また、本発明に係る空間変調器は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができ、極めて高速に動作させることが可能であることから、画像表示装置における空間変調器として用いるに好適とすることができる。さらに、本発明に係る空間変調器は、変調する波長域の光毎にリボン列を備え、これらリボン列が基板上に一体的に備えられていることから、画像表示装置における空間変調器として用いた場合に、部品点数を削減することができるだけでなく、各波長域の光毎にリボン列を位置合わせすることを不要とすることができる。

【0014】また、本発明に係る画像表示装置は、光源と、空間変調器と、合波機構と、投影機構とを備える。上記光源は、所定の波長域の光を出射する。上記空間変調器は、上記光源から出射された光が波長域毎に一次的に入射されるとともに、各光の入射位置にそれぞれ一次元型の空間変調素子が複数配設されてなり、入射された光を各空間変調素子により波長域毎に空間的に変調する。上記合波機構は、上記空間変調器によって波長域毎に変調された光を合波して所定方向に出射する。上記投影機構は、上記合波機構によって合波された光を所定方向に走査して投影することにより画像を表示する。

【0015】以上のように構成された本発明に係る画像表示装置は、一次元型の空間変調素子が波長域毎に配設された空間変調器によって光を変調し、この空間変調器によって波長域毎に変調された光を合波した後に、所定方向に走査することによって画像を表示する。したがって、空間変調器における一次元型の空間変調素子によって、波長域毎に光を独立して変調することが容易となる。また、一次元型の空間変調素子が複数配設されてなる空間変調器を用いることによって、部品点数を削減することができるとともに、各波長域の光毎に空間変調素子の位置合わせを行うことを不要とすることができる。

【0016】なお、本発明に係る画像表示装置において、空間変調器としては、一次元型の空間変調素子として、基板上に複数の微小なリボンが一次的に配設されてなるリボン列を複数備え、上記各リボン列における各リボンは、それぞれ独立して駆動されることにより、上記基板の主面に対して上昇又は下降自在とされる空間変調器を用いることが望ましい。このような空間変調器は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができ、極めて高速に動作させることが可能である。

したがって、十分に豊富な情報量で画像を表示することができる。また、装置全体の構成を簡略化することができるとともに、低コスト化を図ることができる。

【0017】また、本発明に係る画像表示装置において、上記合波機構は、例えば、体積型ホログラム素子、平面型ホログラム素子、回折格子、又はダイクロイックミラーなどによって実現することができる。これにより、上記空間変調器によって波長域毎に変調された光を合波して所定の方向に出射することができる。

【0018】具体的には、例えば、それぞれ異なる方向から入射された光を合成して一定の方向に出射するように多重記録された体積型ホログラム素子によって上記合波機構を実現することができる。また、例えば、異なる方向から入射された光をそれぞれ一定の方向に出射する複数の体積型ホログラム素子によって上記合波機構を実現することができる。

【0019】本発明に係る画像表示装置においては、特に体積型ホログラム素子によって合波機構を実現することによって、光利用効率を向上させることができるため、光源における出力を低減した場合であっても、表示する画像の輝度を向上させることができ、低消費電力化及び高画質化を図ることができる。また、体積型ホログラム素子を用いることによって、光学系の構成を簡素化することができ、装置全体の小型化を進めるとともに、信頼性を向上させることができる。

【0020】このような体積型ホログラム素子としては、例えばPDA (Photopolymer with Diffusion Amplification) を用いることが望ましい。これにより、本発明に係る画像表示装置は、空間変調器において高い回折効率や波長分解能を確保することができ、高品質な画像を高精度に表示することができる。また、空間変調器が熱により膨張してしまったり、湿度変化によって特性が変化してしまうことを抑制して、安定して確実に画像を表示することができる。

【0021】また、本発明に係る画像表示装置において、上記光源としては、それぞれ異なる波長域の光を出射し、出射した光を上記空間変調器の空間変調素子にそれぞれ入射する複数の光源部を備えていることが望ましい。これにより、色特性や出力の調整を各光源部において独立して行うことが可能となり、装置設計における自由度を向上させることができる。

【0022】また、本発明に係る画像表示装置は、上記光源から出射された光をそれぞれ異なる波長域の光に分波して、分波した光を上記空間変調器の空間変調素子にそれぞれ入射させる分波機構を備えていてもよい。これにより、単一の光源を用いて複数の波長域の光を得ることができる。

【0023】この場合に、上記分波機構としては、例えば、体積型ホログラム素子、平面型ホログラム素子、回折格子、又はダイクロイックミラーなどによって実現す

ることができる。これによって、単一の光源からの光を分波して、それぞれ空間変調素子に入射させることができる。

【0024】具体的には、例えば、一定の方向から入射された光を波長域毎に分波して、それぞれ異なる方向に出射するように多重記録された体積型ホログラム素子によって上記分波機構を実現することができる。また、例えば、一定の方向から入射された光をそれぞれ異なる方向に出射する複数の体積型ホログラム素子によって上記分波機構を実現することができる。

【0025】本発明に係る画像表示装置においては、特に体積型ホログラム素子によって分波機構を実現することによって、光利用効率を向上させることができるため、光源における出力を低減した場合であっても、表示する画像の輝度を向上させることができ、低消費電力化及び高画質化を図ることができる。また、体積型ホログラム素子を用いることによって、光学系の構成を簡素化することができ、装置全体の小型化を進めるとともに、信頼性を向上させることができる。

【0026】このような体積型ホログラム素子としては、例えばPDA (Photopolymer with Diffusion Amplification) を用いることが望ましい。これにより、本発明に係る画像表示装置は、空間変調器において高い回折効率や波長分解能を確保することができ、高品質な画像を高精度に表示することができる。また、空間変調器が熱により膨張してしまったり、湿度変化によって特性が変化してしまうことを抑制して、安定して確実に画像を表示することができる。

【0027】さらに、本発明に係る画像表示装置においては、例えば、以下のような構成とすることによって、画像をカラー表示することができる。すなわち、上記空間変調器の各空間変調素子は、表示する画像における異なる領域に相当する光を変調するよう構成する。また、上記投影機構は、上記空間変調器の各空間変調素子により変調された光を波長域毎に異なる位置に投影するとともに、各光を投影する位置を調整して順次走査するよう構成する。これにより、カラー表示された画像を全体として表示することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0029】本発明に係る波長変換器は、基板上に、複数の微小なリボンが一次的に配設されてなるリボン列を複数備え、各リボン列にそれぞれ異なる波長域の光が入射されることにより、入射された光を空間的に変調して反射することを特徴のひとつとされている。このような空間変調器としては、具体的には、マイクロマシン型の回折格子を用いることができる。マイクロマシン型の回折格子は、空間変調器として用いられる場合に、一般にグレーティングライトバルブ (GLV: Grating Light

t Bulb) と称される。

【0030】そこで、以下では、本発明の実施の形態について説明するに先立って、本発明の原理について説明する。

【0031】GLVは、各種の半導体製造技術によって基板上に複数の微小なリボンが形成されてなる。そして、各々のリボンは、圧電素子などによって自在に上昇又は下降することが可能とされている。このように構成されたGLVは、各リボンが高さを動的に駆動され、所定の波長域の光を照射されることによって、全体として位相型の回折格子（グレーティング）を構成している。すなわち、GLVは、光が照射されることによって±1次（もしくはさらに高次）の回折光を発生する。

【0032】そこで、このようなGLVに対して光を照射し、0次の回折光を遮光しておくことにより、GLVの各リボンを上下に駆動することによって回折光を点減させて、これにより画像を表示することが可能となる。

【0033】従来から、GLVの上述したような特性を利用して画像を表示する表示装置が各種提案されている。従来の表示装置では、表示する平面画像の構成単位（以下、画素と称する。）を表示するに際して、6本程度のリボンで1画素を表示している。また、1画素に相当するリボンの組は、それぞれ隣接するリボン同士を交互に上昇又は下降させている。

【0034】しかしながら、GLVにおける各リボンを独立して配線し、各々独立して駆動することができれば、任意の一次元の位相分布を生成することができる。このように構成されたGLVは、反射型の一次元位相型空間変調器と考えることができる。

【0035】そこで、本発明における空間変調器としては、上述したようにして、反射型の一次元位相型空間変調器として構成されたGLVを用いることができる。すなわち、例えば図1に示すように、GLV10の各リボン11をそれぞれ独立して駆動することにより、任意の位相分布を生成しておく。このGLV10に対して、位相が揃った所定の波長域の光を、図1中の矢印で示すように入射することによって、この入射光を変調して反射させ、図2に示すように、任意の一次元の波面を生成することができる。

【0036】本発明に係る空間変調器は、このような原理を利用して、リボンが一次元的に配設されてなるリボン列を、入射される波長域の光毎に複数備えて構成されていることを特徴とする。そこで、以下では、本発明に係る空間変調器の具体的な一構成例として、図3に示すようなGLV20について説明する。

【0037】GLV20は、図3に示すように、基板21上に、複数の微小なリボン22が形成されている。各リボン22は、駆動用の電気回路や配線などにより構成された駆動部23を備え、この駆動部23により、基板21の主面に対して上昇又は下降自在に駆動される。

【0038】また、GLV20において、各リボン22は、一次元的に配設されており、リボン列を構成している。リボン列は、入射される光の波長域毎に複数配設されている。具体的には、例えば図3に示す例において、GLV20は、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光が入射されるよう構成されており、これらの光が入射される位置に、それぞれ、赤色用リボン列24r、緑色用リボン列24g、生食用リボン列24bが互いに平行となる位置に並んで配設されている。なお、以下では、これらのリボン列24r、24g、24bを総称して、単にリボン列24と称する。

【0039】そして、各リボン列24は、各リボン22が独立して駆動可能とされており、それぞれ、図1及び図2で説明したように、任意の位相分布を生成することが可能とされている。したがって、GLV20は、入射された赤色光、緑色光、及び青色光に対して、それぞれ赤色用リボン列24r、緑色用リボン列24g、及び生食用リボン列24bにより、各色毎に独立して任意の一次元の波面を生成することができる。

【0040】以上のように構成されたGLV20は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができる。極めて高速に動作させることができる。したがって、例えば、画像表示装置における空間変調器として用いるに好適とすることができる。また、GLV20は、変換する波長域の光毎にリボン列24を備え、これらリボン列24が基板21上に一体的に備えられていることから、画像表示装置における空間変調器として用いた場合に、部品点数を削減することができるだけでなく、各波長域の光毎にリボン列を位置合わせすることを不要とすることができる。

【0041】なお、上述の説明において、GLV20は、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光が入射され、これらの光にそれぞれ対応する3つのリボン列24を備えるとしている。しかしながら、本発明に係る空間変調器としては、3つのリボン列を備えることに限定されるものではなく、入射される光の数に対応する数のリボン列を備えるとするればよい。

【0042】また、上述の説明において、GLV20は、各リボン列24が互いに平行となる位置に並んで配設されるとしている。しかしながら、本発明に係る空間変調器においては、各リボン列の配設位置に限定されるものではない。

【0043】具体的には、例えば、図4に示すように、赤色用リボン列24r、緑色用リボン列24g、及び青色用リボン列24bを、一次元的（直線的）に配設し、各リボン列24に対応した光をそれぞれの位置に入射させるとしてもよい。ただし、この場合には、図3に示すように互いに平行となる位置に配設した場合と比較して、GLV20自体のサイズが図中横方向に大きくなるだけでなく、画像表示装置における光学系が複雑化・大

型化してしまう虞が生じる。

【0044】また、例えば、図5に示すように、複数のリボン22を一次元的（直線的）に配設し、赤色光に対応したリボン22r、緑色光に対応したリボン22g、青色光に対応したリボン22bを順次並べて配設してもよい。すなわち、この場合には、各色に対応したリボン列24が、いわば「入れ子構造」的に配設されている場合に相当する。このように各リボン22が配設されたGLV20は、画像表示装置における空間変調器として用いられるに際して、例えば、従来から用いられている液晶パネルに各色光を入射させる場合と同様にして、マイクロレンズアレイや各種のホログラム素子を用いて、各色光をそれぞれに対応したリボン22に入射させることができる。しかしながら、この場合には、図3に示した場合と比較して、光学系の複雑化・大型化を招いてしまうといった虞が生じる。

【0045】つぎに、本発明に係る画像表示装置の一構成例として、図6に示すような表示装置30について説明する。表示装置30は、空間変調器により変調された光を走査して投影することによって画像を表示する装置である。なお、以下では、表示装置30における空間変調器として、上述したGLV20を用いて構成した場合について説明する。

【0046】表示装置30は、図6に示すように、所定の波長域の光を出射する光源として、白色光を出射するランプ31を備えている。なお、表示装置30においては、ランプ31を光源とすることに限定されるものではなく、例えば、発光ダイオード、半導体レーザ発振器などを光源として用いてもよいし、或いは、外部から取り入れた自然光を光源として用いるとしてもよい。

【0047】また、表示装置30は、ランプ31から出射された光の光路上に、コリメータレンズ32と、体積型ホログラム素子33と、シリンドリカルレンズ34と、GLV20とを備えている。

【0048】コリメータレンズ32は、ランプ31から出射された光が入射されるとともに、この光を平行光として、体積型ホログラム素子33に入射する。

【0049】体積型ホログラム素子33は、コリメータレンズ32によって平行光とされた光が入射されるとともに、この光を所定の波長域毎に分波し、赤色光、緑色光、及び青色光としてシリンドリカルレンズ34に入射する。この体積型ホログラム素子33は、例えば、赤色光、緑色光、及び青色光をそれぞれ異なる角度に回折して出射するように多重記録された体積型ホログラム素子であり、各色の光を平行光としたまま、異なる角度で出射する。

【0050】シリンドリカルレンズ34は、体積型ホログラム素子33によって分波された赤色光、緑色光、及び青色光をそれぞれ集光して、図7に示すように、GLV20の赤色用リボン列24r、緑色用リボン列24

g、及び青色用リボン列24bに入射させる。

【0051】GLV20は、入射された3色の光をそれぞれ、赤色用リボン列24r、緑色用リボン列24g、及び青色用リボン列24bによって空間的に変調し、任意の一次元的な波面として反射する。すなわち、GLV20は、表示装置30において、空間変調器としての機能を果たしている。

【0052】また、表示装置30は、GLV20によって反射された光が、再びシリンドリカルレンズ34、及び体積型ホログラム素子33に入射されるように構成されている。

【0053】すなわち、GLV20によってそれぞれ独立して空間的な変調を施された赤色光、緑色光、及び青色光は、シリンドリカルレンズ34によって平行光とされ、体積型ホログラム素子33に入射される。そして体積型ホログラム素子33は、入射された赤色光、緑色光、及び青色光を合波して出射する。このとき、体積型ホログラム素子33は、コリメータレンズ32側からの光の入射時との対照性から明らかであるとおり、シリンドリカルレンズ34から入射された3色の光が同一の方向に回折され、これら3色の光を合波して一定の方向に出射する。したがって、表示装置30では、色収差の補正を十分に行うことによって、体積型ホログラム素子33によって合波された光を同一の光学系で扱うことが可能となる。

【0054】そこで、表示装置30は、体積型ホログラム素子33から出射された光の光路上に、ガルバノミラー35と、投影レンズ36とを備える。

【0055】ガルバノミラー35は、例えば、図6中矢印Aで示す方向に回動自在とされており、入射された光を反射して、図6中矢印Bで示す方向に走査する。そして、表示装置30は、ガルバノミラー35によって走査された光を、投影レンズ36を介して投影することにより、投影面37において画像を表示する。すなわち、この表示装置30において、ガルバノミラー35及び投影レンズ36は、画像を構成する光を所定の方向に走査して投影する投影機構としての機能を果たしている。

【0056】なお、表示装置30においては、ガルバノミラー35によって所定の方向に光を走査することに限定されるものではなく、例えば、ミラーアレイやポリゴンミラーなどを用いて走査してもよいし、体積型ホログラム素子や平面型ホログラム素子などの各種回折格子を用いて走査するとしてもよい。また、例えば、一次元的に変調された波面に対して垂直な方向だけに走査することによって限定されるものではなく、垂直方向と水平方向とに渡って二次元的に走査してもよい。

【0057】以上のように構成された表示装置30は、GLV20によって波長域毎に赤色光、緑色光、及び青色光を変調し、変調された光を合波した後に、所定の方向に走査することによって画像を表示している。したが



って、波長域毎に光を徳利津して変調することを容易とすることができる。また、表示装置30は、赤色用リボン列24r、緑色用リボン列24g、及び青色用リボン列24bが基板上に一体的に形成されたGLV20を空間変調器として用いていることから、部品点数を削減することができるとともに、各波長域の光毎に光学系の位置合わせを行うことを不要とすることができる。

【0058】なお、表示装置30において空間変調器として用いるGLV20は、図3に示したように、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光に対応したリボン列24が、互いに平行となる位置に配設されたものを用いることに限定されるものではない。表示装置30においては、例えば、図4に示したように、3色の光に対応したリボン列24が直線的に配設されたGLV20を用いてもよいし、図5に示したように、3色の光に対応したリボン22が順次並べて配設されたGLV20を用いるとしてもよい。ただし、この場合には、図3に示すようにリボン列24が配設されたGLV20を用いる場合と比較して、光学系が複雑化・大型化してしまう虞が生じる。

【0059】このようなGLV20は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができ、極めて高速に動作させることが可能である。したがって、表示装置30は、GLV20を空間変調器として用いることにより、十分に豊富な情報量で画像を表示することができる。また、装置全体の構成を簡略化することができるとともに、低コスト化を図ることができる。

【0060】また、GLVは、各リボンをアナログ的に駆動することもできることから、入射された光のうち、所定の波長域の光を選択的に回折することもできる。したがって、表示装置30においては、例えば、図8に示すように、単一のリボン列24を備えるGLV20を空間変調器として用いることもできる。

【0061】この場合には、GLV20における単一のリボン列24自体を高速で動作させることによって、所定の波長域の光を順次選択的に回折するよう高速に動作させる。これによって、例えば、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光を時間的にずらして空間的に変調し、これら3色の光を投影面37において合成することによりカラー表示された画像を投影することができる。

【0062】ただし、この場合には、表示装置30における光源として、例えば白色光ランプなどのように連続的に光を出射する光源を用いると、時間的に、光源の光の利用効率が $1/3$ となってしまうため、表示する画像の輝度が低下してしまう虞が生じる。

【0063】また、表示装置30においては、GLV20を空間変調器として用いることに限定されるものではなく、一次元型の空間変調素子が波長域毎に配設された空間変調器によって光を変調するように構成することができれば、各種の空間変調器を用いることができる。こ

のような空間変調器としては、GLVの他に、例えば、PLZTを用いたシャッターアレイ（以下、PLZTシャッターアレイと称する。）を用いることができる。

【0064】PLZTシャッターアレイは、GLVと同様に極めて高速に動作させることが可能であるため、表示装置30における空間変調器として用いることができる。ただし、GLVが反射型の空間変調器であるのに対して、PLZTシャッターアレイは、一般的に透過型の空間変調器として用いられることから、表示装置30における空間変調器として用いる場合には、この表示装置30における光学系を適宜変形することが望ましい。

【0065】ところで、上述した表示装置30においては、ランプ31からの白色光を体積型ホログラム素子33によって3色の光に分波し、分波した光をシリンドリカルレンズ34によって集光してそれぞれGLV20のリボン列24に入射させている。また、GLV20によって変調された3色の光をシリンドリカルレンズ34によってそれぞれ平行光とし、この3色の平行光を体積型ホログラム素子33によって合波して一定の方向に出射している。すなわち、表示装置30においては、体積型ホログラム素子33及びシリンドリカルレンズ34が、光源（ランプ31）から出射された光をそれぞれ異なる波長域の光に分波して、分波した光を空間変調器（GLV20）の空間変調素子（リボン列24）にそれぞれ入射させる分波機構としての機能を有しているとともに、空間変調器（GLV20）によって波長域毎に変調された光を合波して所定の方向に出射する合波機構としての機能を有している。

【0066】このような合波機構或いは分波機構としては、体積型ホログラム素子33とシリンドリカルレンズ34との組み合わせによって構成することに限定されるものではなく、例えば、体積型ホログラム素子、平面型ホログラム素子、各種の回折格子、或いはダイクロイックミラーなどによって構成してもよい。そこで、以下では、表示装置30における合波機構及び分波機構について説明する。

【0067】表示装置30において、合波機構や分波機構は、体積型ホログラム素子33を利用する以外に、各種の回折格子（グレーティング）や平面型ホログラム素子などを利用して構成することができる。例えば、通常のレリーフ型の回折格子を合波機構や分波機構として利用する場合には、回折効率が光の波長に依存して低下してしまうため、格子の形状や深さを調節する必要がある。

【0068】ここで、格子のピッチが $\Lambda$ であるホログラム素子又は回折格子に対して、波長が $\lambda$ である光を入射させる場合について考える。このとき、光の入射角を $\theta$ とし、出射角を $\psi$ とすると、以下の式1に示す関係が成立する。

10

20

30

40

50

【0069】

$$\sin \Theta - \sin \Psi = m\lambda / \Lambda \quad \dots (式1)$$

以下では、まず、回折次数 $m=1$ である平面型回折格子について考えるが、平面型ホログラム素子の場合には、回折次数 $m$ は2以上、又は-1以下の整数であってもよい。

【0070】この平面型回折格子に対して、波長がそれぞれ、 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ である3色の光が入射するとし、それぞれの光の入射角を $\Theta_i$  ( $i=1, 2, 3$ )、出射角を $\Psi_i$  ( $i=1, 2, 3$ )とする。この場合、以下10の式2乃至式4に示す関係が成立する。

【0071】

$$\sin \Theta_1 - \sin \Psi_1 = \lambda_1 / \Lambda \quad \dots (式2)$$

$$\sin \Theta_2 - \sin \Psi_2 = \lambda_2 / \Lambda \quad \dots (式3)$$

$$\sin \Theta_3 - \sin \Psi_3 = \lambda_3 / \Lambda \quad \dots (式4)$$

このとき、これら3色の光は、シリンドリカルレンズ34の焦点距離を $f$ とすると、GLV20上において光軸から $f \tan \Psi_i$ だけ離れた位置に集光される。したがって、GLV20においては、これら3色の光に対応したリボン列24を、それぞれの光に対応する位置に配設20する。

【0072】ここで、表示装置30の光源(ランプ31)から出射される光が白色光であるときには、 $\Theta = \Theta_i$  ( $i=1, 2, 3$ )とすることができる。このとき、格子のピッチ $\Lambda = 1 \mu\text{m}$ (すなわち、1000格子/mm)とし、 $\sin \Psi = \Psi$ と近似すると、以下の式5及び

$$\eta_k = [\sin [\pi (k - \phi_0)]] / \pi (k - \phi_0) \quad \dots (式7)$$

ただし、上記の式7中における $\phi_0$ は、以下の式8に示

$$\phi_0 = \lambda_0 \cdot [(n^2 - \sin^2 \Theta_1)^{1/2} - \cos \Theta_1] / \lambda (n-1) \quad \dots (式8)$$

ここで、合波機構又は分波機構としてブレード型回折格子を用いた場合について、回折光の次数 $k=1, \lambda_0 = 0.55 \mu\text{m}$ 、屈折率 $n=1.5$ と、光を垂直に入射させたときの回折効率 $\eta$ と使用波長 $\lambda$ との関係を、図9に示す。図9に示す結果から明らかであるように、このブレード型回折格子は、波長がそれぞれ $0.46 \mu\text{m}$ 、 $0.52 \mu\text{m}$ 、及び $0.64 \mu\text{m}$ である青色光、緑色光、及び赤色光に対して、それぞれ、およそ88%、99%、94%の回折効率を得られることがわかる。

【0076】また、合波機構又は分波機構として体積型40ホログラム素子を用いた場合を考えると、この体積型ホログラム素子のホログラムを平面波と平面波との干渉によって記録した場合でも、格子ベクトルの方向による位相整合を考慮することが重要となる。体積型ホログラム素子において、ホログラムの記録時と異なる方向から光が入射される場合や、記録時と異なる波長の光が入射される場合には、位相の不整合が生じ、回折効率が低下する虞が生じる。また、異なる波長に対する位相不整合を、入射光の入射角をそれぞれの波長で変えることにより、同一方向に回折させる場合にも位相不整合が生じて50

式6に示す関係が成立する。

【0073】

$$\Psi_1 - \Psi_2 = \lambda_2 - \lambda_1 \quad \dots (式5)$$

$$\Psi_2 - \Psi_3 = \lambda_3 - \lambda_2 \quad \dots (式6)$$

ここで、3色の光をそれぞれ、波長 $\lambda_1 = 0.46 \mu\text{m}$ の青色光、波長 $\lambda_2 = 0.52 \mu\text{m}$ の緑色光、波長 $\lambda_3 = 0.64 \mu\text{m}$ の赤色光とし、シリンドリカルレンズ34の焦点距離を $f = 10 \text{mm}$ とすれば、GLV20における赤色用リボン列24rと緑色用リボン列24gとの間隔は1.2mm、緑色用リボン列24gと青色用リボン列24bとの間隔は $600 \mu\text{m}$ とすればよいことがわかる。GLV20における各リボン列24をこの間隔とすることにより、GLV20の配設位置をシリンドリカルレンズ34の焦点面内で調節することにより、3色の光をそれぞれ対応したリボン列24に入射させることができる。

【0074】ただし、合波機構又は分波機構として、平面型回折格子を用いる場合には、0次或いは高次の回折光が生じるため、これらの回折光が迷光とならないようにGLV20の配設位置を調整することが望ましい。

【0075】また、例えば、合波機構又は分波機構としてブレード型回折格子を用いることを考えると、光の入射角を $\Theta_i$ 、屈折率を $n$ 、中心波長を $\lambda_0$ 、使用波長を $\lambda$ として、 $k$ 次の回折光の回折効率 $\eta_k$ は、以下の式7に示す関係が成立する。

$$\eta_k = [\sin [\pi (k - \phi_0)]] / \pi (k - \phi_0) \quad \dots (式7)$$

す値である。

$$\phi_0 = \lambda_0 \cdot [(n^2 - \sin^2 \Theta_1)^{1/2} - \cos \Theta_1] / \lambda (n-1) \quad \dots (式8)$$

しまう。

【0077】具体的には、例えば、図10に示すように、ホログラムの記録時に、それぞれ波長が異なる3色の光を図10中の矢印 $w_1, w_2, w_3$ に示す格子ベクトルで記録した場合を考えると、記録時とは異なる格子ベクトルの光を入射させて再生を行ったとき、すなわち図10中の矢印 $r_1, r_2, r_3$ に示す格子ベクトルで再生される光に位相不整合が生じる。なお、図10は、 $k$ -空間における各波長の光に対する位相不整合を説明する図である。したがって、単一の体積型ホログラム素子33によって合波機構又は分波機構を構成する場合には、この位相不整合を考慮してホログラムを記録することが重要となる。

【0078】そこで、合波機構又は分波機構を単一の体積型ホログラム素子33によって構成するとせずに、例えば図11に示すように、複数の体積型ホログラム素子33a、33bを積層することによって、合波機構又は分波機構を構成してもよい。すなわち、例えば、第1の体積型ホログラム素子33aによって赤色光 $W_R$ を回折させるとともに、第2の体積型ホログラム素子33bに



よって青色光 $W_B$ を赤色光 $W_R$ と同一の方向に回折させる。また、これら第1及び第2の体積型ホログラム素子33a, 33bは、緑色光 $W_G$ を回折せずに直進して透過させ、赤色光 $W_R$ と同一の方向に出射させるようにする。このようにして、各体積型ホログラム素子33a, 33bで特定の波長域の光を選択的に回折させることによって合波機構又は分波機構を構成してもよい。

【0079】また、表示装置30においては、図12に示すように、単一の体積型ホログラム素子33にホログラムを多重記録することによって、青色光 $W_B$ 、赤色光 $W_R$ 、及び緑色光 $W_G$ をそれぞれ同一の方向に出射させてもよい。通常、多重記録されたホログラム素子は、多重度の2乗に反比例して回折効率が低下してしまう。しかしながら、体積型ホログラム素子33を、屈折率変動幅が大きい記録材料によって形成することにより、十分に高い回折効率を得ることができる。

【0080】また、表示装置30においては、透過型のホログラム素子を合波機構又は分波機構として用いることに限定されず、反射型のホログラム素子を用いて合波機構又は分波機構を構成してもよい。

【0081】ところで、上述した表示装置30の説明においては、体積型ホログラム素子33によって平行光とされた光をGLV20に集光し、このGLV20から反射された光を再び体積型ホログラム素子33に入射させるために、シリンドリカルレンズ34を用いている。すなわち、このシリンドリカルレンズ34は、入射光をGLV20に集光する機能を有しているとともに、GLV20からの反射光を一次元面内でコリメートする機能を有している。

【0082】表示装置30においては、単一のシリンドリカルレンズ34によって上述した機能を実現してもよいし、3色の光に生じる色収差を抑制するために、複数のレンズの組み合わせによって実現してもよい。また、シリンドリカルレンズ34を用いることに限定されるものではなく、回折型レンズ、屈折率分布型レンズ、或いはフレネルレンズなどの各種の光学レンズによって実現してもよい。

【0083】なお、表示装置30においては、図6に示すように、シリンドリカルレンズ34の前側焦点面に体積型ホログラム素子33を配設し、後側焦点面にGLV20を配設する場合に、体積型ホログラム素子33に、GLV20の形状に対応したアパーチャを設けることが望ましい。これにより、不要な迷光の発生を防止することができる。

【0084】また、表示装置30においては、シリンドリカルレンズ34を用いて上述した機能を実現することに限定されるものではなく、このシリンドリカルレンズ34の代わりに、例えば凸レンズを用いてもよい。

【0085】シリンドリカルレンズ34を用いた場合には、図13に示すように、入射側スリットへの入射光

は、アスペクト比の高い略々平行光となる。しかしながら、図14に示すように、凸レンズ40を用いた場合には、図14中のY軸方向にも集光が行われることから、アスペクト比の高い略々平行光をシリンドリカルレンズによってY軸を含む面内で凸レンズ40の焦点に集光することが必要となる。図13及び図14から明らかであるとおり、いずれの場合においても、X軸を含む面内では幾何光学的には同様である。なお、図13及び図14においては、シリンドリカルレンズ33の焦点面、及び凸レンズ40の焦点面で、入射光が重なるようにしている。これは、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光を光学的に合波することを考慮してのことである。

【0086】表示装置30においては、GLV20により生じる0次光を除去する必要があるが、このように3色の光を合波していることから、例えば、合波後の光学系に0次光を除去するフィルタを配設することにより、1枚のフィルタで3色の光について0次光を除去することができる。

【0087】つぎに、以下では、本発明に係る画像表示装置の別の一構成例として、図15に示すような表示装置50について説明する。なお、以下の説明においては、上述した表示装置30との相違点についてのみ説明することとし、表示装置30と同一及び同等の部位については、図6と同一の符号を付することとする。

【0088】表示装置50は、図15に示すように、それぞれ赤色光、緑色光、及び青色光を出射する光源として、第1のレーザ発振器51r、第2のレーザ発振器51g、及び第3のレーザ発振器51bを備えている。なお、以下の説明においては、第1乃至第3のレーザ発振器51r, 51g, 51bを総称して、単にレーザ発振器51と称することとする。

【0089】これらレーザ発振器51は、各色の光を出射する半導体レーザ素子によって構成してもよいし、例えば非線形光学結晶によって波長変換を施すことにより各色のレーザ光を出射するようなレーザ発振器によって構成してもよい。また、表示装置50においては、レーザ発振器51の代わりに、3色の光をそれぞれ出射する発光ダイオードによって光源を構成してもよい。

【0090】また、表示装置50では、各レーザ発振器51によって出射された光の光路上に、それぞれ、赤色用コリメータレンズ52r、緑色用コリメータレンズ52g、及び青色用コリメータレンズ52bを備えている。なお、これらのコリメータレンズを総称して単にコリメータレンズ52と称する。そして、このコリメータレンズ52によって、各レーザ発振器51から出射された光が平行光とされ、シリンドリカルレンズ34に入射される。シリンドリカルレンズ34に入射された光は、このシリンドリカルレンズによってGLV20に集光される。

【0091】すなわち、表示装置50においては、上述

した表示装置 30 とは異なり、単一の光源からの光を利用しているのではなく、各レーザ発振器 51 によって 3 色の光をそれぞれ独立して出射する光源を備えている。また、表示装置 50 においては、各レーザ発振器 51 によって出射された光が、コリメータレンズ 52 を介して直接シリンドリカルレンズ 34 に入射されるよう構成されている。すなわち、表示装置 50 は、表示装置 30 で体積型ホログラム素子 33 により実現されていた分波機構を備えずに構成されている。

【0092】また、表示装置 50 では、GLV20 によって変調されて反射された光が再びシリンドリカルレンズ 34 に入射されるとともに、このシリンドリカルレンズ 34 によって平行光とされる。そして、シリンドリカルレンズ 34 によって平行光とされた光の光路上に、第 1 の体積型ホログラム素子 33a と、第 2 の体積型ホログラム素子 33b とを備える。

【0093】これら第 1 及び第 2 の体積型ホログラム素子 33a、33b は、図 11 における説明と同様に機能し、GLV20 によって変調された 3 色の光を合波して一定の方向に出射する。すなわち、この表示装置 50 においては、これら第 1 及び第 2 の体積型ホログラム素子 33a、33b によって、合波機構が構成されているといえる。

【0094】そして、第 1 及び第 2 の体積型ホログラム素子 33a、33b によって合波された光は、ガルバノミラー 35 によって所定の方向に走査され、投影レンズ 36 を介して投影面 37 に投影される。これにより、表示装置 50 は、この投影面 37 にカラー表示された画像を表示するよう構成されている。

【0095】つぎに、本発明に係る画像表示装置のさらに別の構成例として、図 16 に示すような表示装置 60 について説明する。この表示装置 60 は、上述した表示装置 30 において体積型ホログラム素子 33 とシリンドリカルレンズ 34 とにより実現されていた合波機構及び分波機構としての機能を、第 1 及び第 2 のダイクロイックミラー 61a、61b とシリンドリカルレンズ 34 との組み合わせによって実現している。そこで、以下の説明では、上述した表示装置 30 と同一又は同等の部位についての説明を省略し、図 6 と同一の符号を付すこととする。

【0096】表示装置 60 においては、図 16 に示すように、ランプ 31 から出射された白色光が、コリメータレンズ 32 によって平行光とされた後に、第 1 のダイクロイックミラー 61a に入射される。第 1 のダイクロイックミラー 61a は、入射された白色光を、赤色光、緑色光、及び青色光の 3 色の光に色分解して、シリンドリカルレンズ 34 に入射する。

【0097】また、表示装置 60 においては、GLV20 によって変調された光がシリンドリカルレンズ 34 によって平行光とされた後に、第 2 のダイクロイックミラ

ー 61b に入射される。第 2 のダイクロイックミラー 61b は、入射された 3 色の光を合波して同一方向に出射し、ガルバノミラー 35 に入射させる。

【0098】このように、表示装置 60 では、第 1 及び第 2 のダイクロイックミラー 61a、61b と、シリンドリカルレンズ 34 とを組み合わせることによって、合波機構及び分波機構を実現している。

【0099】なお、以上の説明においては、合波機構を光学的に構成することによって実現する場合について説明した。すなわち、合波機構によって、3 色の光を合波した後に所定の方向に走査することによって画像をカラー表示している。しかしながら、本発明に係る画像表示装置においては、例えば GLV や PLZT シャッターアレイなどのような高速で動作させることが可能な空間変調器を用いることにより、人間の目の残像効果を利用して画像をカラー表示するとしてもよい。以下では、この場合について説明する。

【0100】この場合に、表示装置は、例えば、文字「A」をカラー表示する場合に、図 17 に示すように、この文字「A」を赤色、緑色、及び青色の 3 色に分解し、GLV20 における各リボン列によって、各色に応じた波面の光を変調する。そして、例えばガルバノミラー 35 などの走査機構により、図 18 に示すように、各色に分解された一次元の波面を順次投影する。このとき、投影する一次元の波面を等間隔で走査するとし、赤色、緑色、及び青色の 3 色に分解された各波面を所定の時間間隔で順次投影する。なお、図 18 は、所定の時刻毎における、赤色、緑色、及び青色の 3 色の波面が同一の領域において、表示される様子を走査ライン毎に示すものである。なお、図 18 においては、3 色の波面をそれぞれ異なる位置にまとめて示しているが、実際には、赤色の波面、緑色の波面、及び青色の波面を、それぞれ同一の画像領域に表示する。すなわち、例えば、時刻  $t = t_0$  においては、3 色の波面が、それぞれ隣接する走査ラインに表示されていることを示す。

【0101】表示装置は、このような走査を十分に高速に行うことによって、人間の目の残像効果を利用して、赤色、緑色、及び青色の波面が合成されてカラー表示された画像として認識させることができる。なお、表示装置は、このように各色毎の波面をそれぞれ異なる走査ラインに投影する場合には、例えば、各走査ラインの表示データを各種のメモリに一時的に記憶しておき、順次時間的にずらして投影表示すればよい。

【0102】ただし、GLV20 における各リボン列 24 は、上述したように、入射する光の位置に応じて所定の間隔をあけて配設する必要がある、これらリボン列 24 の間隔と、走査ラインの間隔とが必ずしも一致させることができない。この場合には、例えば、同一時刻において投影表示する波面としては、第  $[n]$  列の走査ラインに青色の波面を投影し、第  $[n+m]$  列の走査ライン

に緑色の波面を投影し、第  $[n+2m]$  列の走査ラインに赤色の波面を投影するなどして、隣接する走査ラインではなく、走査ラインの整数倍だけ離れた位置に各色の波面を投影して走査すればよい。

【0103】また、このように、各色の波面を異なる走査ラインに投影して合波し、カラー表示する場合には、GLV20における各リボン列24が、走査ラインの整数倍となるように作製する必要があるが、GLV20は各種の半導体製造技術を用いて極めて高い位置精度で作製することができる。また、表示領域における上端部と

下端部においても3色の波面を全て表示できるようにするため、上端部と下端部とで僅かに余分な走査ラインを走査する必要がある。

【0104】以上のように、光学的な合波機構によらず、各色の波面を時間的に順次ずらして走査することにより合波機構を実現することによって、光学系を簡素化することが可能となる。ただし、各色の波面を表示するタイミングがずれると、表示する画像に色ズレが生じてしまうため、高精度に走査タイミングを調節する必要がある。また、各色の波面を時間的にずらして表示するために、メモリなどによってデータのバッファ機構を設けるなどする必要があり、信号処理を行う上での工夫が必要となる。

【0105】また、本発明に係る画像表示装置としては、上述した構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であることはいうまでもない。本発明によれば、例えば、前面投影型の画像表示装置、後面投影型の画像表示装置などを容易に実現することができ、さらには、人間の頭部に装着して用いるようなヘッドマウント型の画像表示装置や、各種の車両のフロントガラスに画像を投影表示する車載型の画像表示装置などを実現することができる。

#### 【0106】

【発明の効果】本発明に係る空間変調器は、一次元的に配設された複数のリボン列によって、それぞれ異なる波長域の光を空間的に変調することができる。また、本発明に係る空間変調器は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができ、極めて高速に動作させることが可能であることから、画像表示装置における空間変調器として用いるに好適とすることができる。さらに、本発明に係る空間変調器は、変調する波長域の光毎にリボン列を備え、これらリボン列が基板上に一体的に備えられていることから、画像表示装置における空間変調器として用いた場合に、部品点数を削減することができるだけでなく、各波長域の光毎にリボン列を位置合わせを行うことを不要とすることができる。したがって、本発明に係る空間変調器は、特に、画像表示装置における空間変調器として用いるに好適とすることができ、画像をカラー表示することが可能な画像表示装置の実現に大きく寄与することが可能となる。

【0107】また、本発明に係る画像表示装置は、一次元型の空間変調素子が波長域毎に配設された空間変調器によって光を変調し、この空間変調器によって波長域毎に変調された光を合波した後に、所定の方向に走査することによって画像を表示する。したがって、空間変調器における一次元型の空間変調素子によって、波長域毎に光を独立して変調することが容易となる。また、一次元型の空間変調素子が複数配設されてなる空間変調器を用いることによって、部品点数を削減することができる。とともに、各波長域の光毎に空間変調素子の位置合わせを行うことを不要とすることができる。したがって、本発明に係る画像表示装置によれば、簡便な装置構成によって高速に画像をカラー表示することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における空間変調器の一例であるGLVに対して、光が入射される様子を示す模式図である。

【図2】本発明における空間変調器の一例であるGLVに入射された光が変調されて反射する様子を示す模式図である。

【図3】本発明に係る空間変調器の一例として示すGLVにおいて、3つのリボン列を互いに平行に配設した場合を示す平面図である。

【図4】本発明に係る空間変調器の一例として示すGLVにおいて、3つのリボン列を直線状に配設した場合を示す平面図である。

【図5】本発明に係る空間変調器の一例として示すGLVにおいて、各色に対応したリボン列を順次直線状に配設した場合を示す平面図である。

【図6】本発明に係る画像表示装置の一構成例として示す表示装置の概略図である。

【図7】同表示装置において、シリンドリカルレンズが3色の光をそれぞれGLVに入射させる様子を示す概略斜視図である。

【図8】同表示装置において用いるGLVの一構成例として示す平面図である。

【図9】同表示装置における合波機構又は分波機構として、ブレード型回折格子を用いた場合における入射後の波長と回折効率の一例を示す概略図である。

【図10】同表示装置における合波機構又は分波機構として、体積型ホログラム素子を用いた場合に生じる位相の不整合を説明する図であり、 $k$ -空間における各波長の光に対する位相不整合を説明する図である。

【図11】同表示装置における合波機構又は分波機構を、複数の体積型ホログラム素子によって実現する場合について説明する概略図である。

【図12】同表示装置における合波機構又は分波機構を、単一の体積型ホログラム素子によって実現する場合について説明する概略図である。

【図13】同表示装置で用いるシリンドリカルレンズの光学系について説明する概略図である。

21

【図 1 4】同表示装置において、シリンドリカルレンズの代わりに凸レンズを用いる場合における、この凸レンズの光学系について説明する概略図である。

【図 1 5】本発明に係る画像表示装置の別の構成例として示す表示装置の概略図である。

【図 1 6】本発明に係る画像表示装置のさらに別の構成例として示す表示装置の概略図である。

【図 1 7】本発明に係る画像表示装置にける合波機構を、光学系によらず、走査手法を工夫することによって実現する場合について説明する図であり、文字「A」を 3 10 色に色分解することを説明する模式図である。

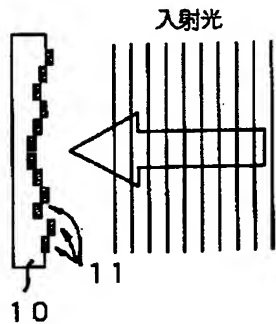
22

【図 1 8】本発明に係る画像表示装置にける合波機構を、光学系によらず、走査手法を工夫することによって実現する場合について説明する図であり、所定の時刻において投影表示する各色の波面を時刻別に示す模式図である。

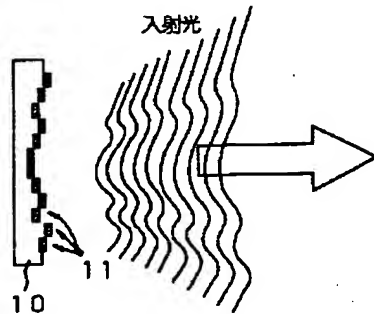
【符号の説明】

20 GLV、21 基板、22 リボン、23 駆動部、24 リボン列、30 表示装置、31 ランプ、32 コリメータレンズ、33 体積型ホログラム素子、34 シリンドリカルレンズ、35 ガルバノミラー、36 投影レンズ、37 投影面

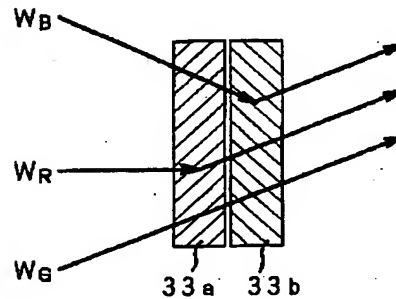
【図 1】



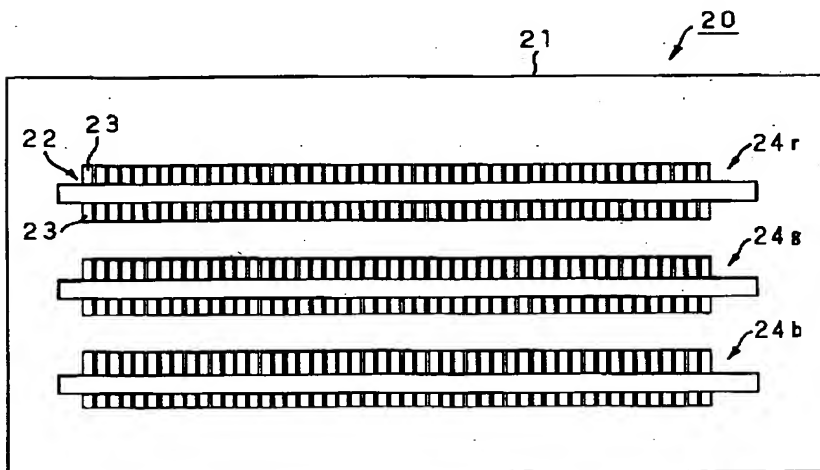
【図 2】



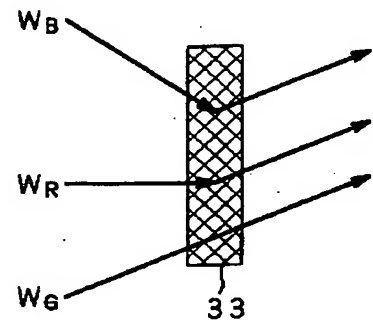
【図 11】



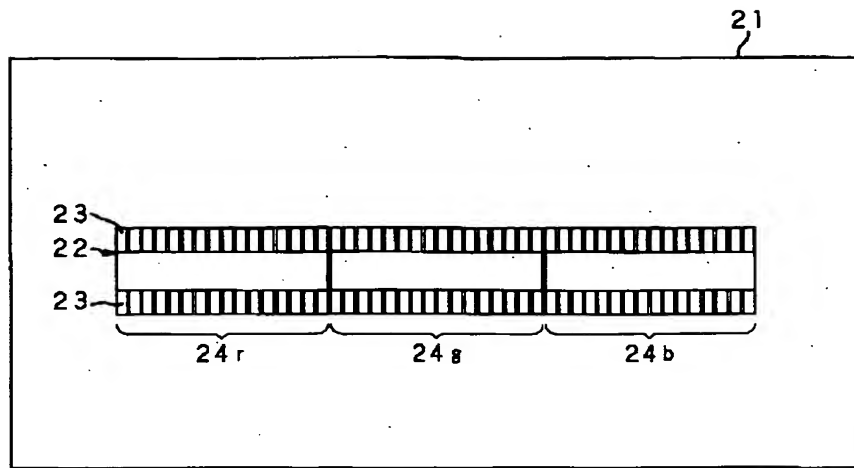
【図 3】



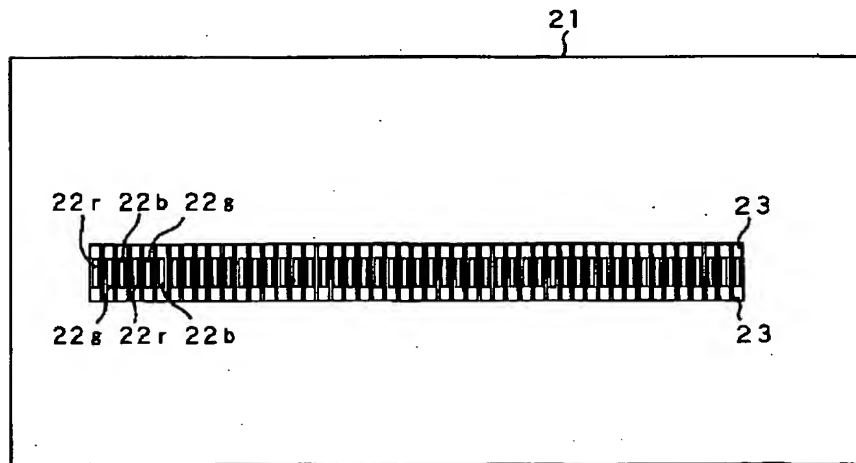
【図 12】



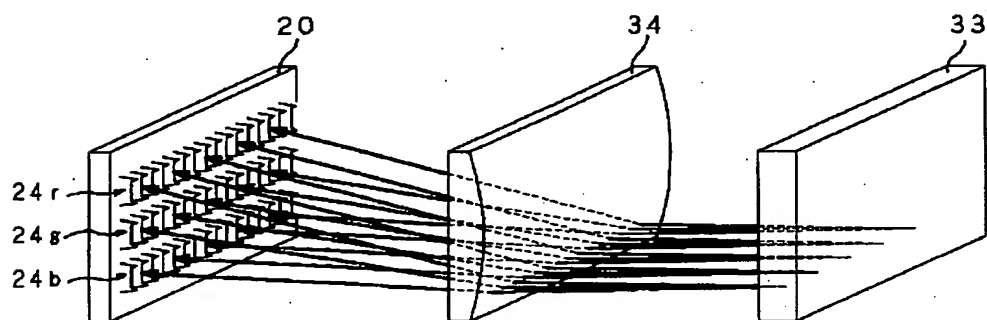
【図 4】



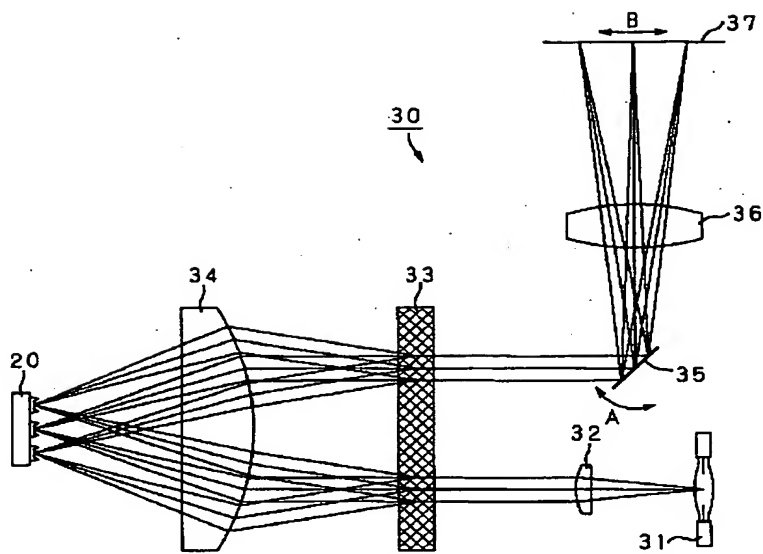
【図 5】



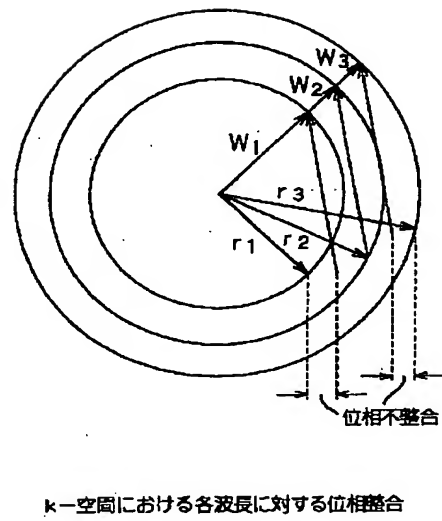
【図 7】



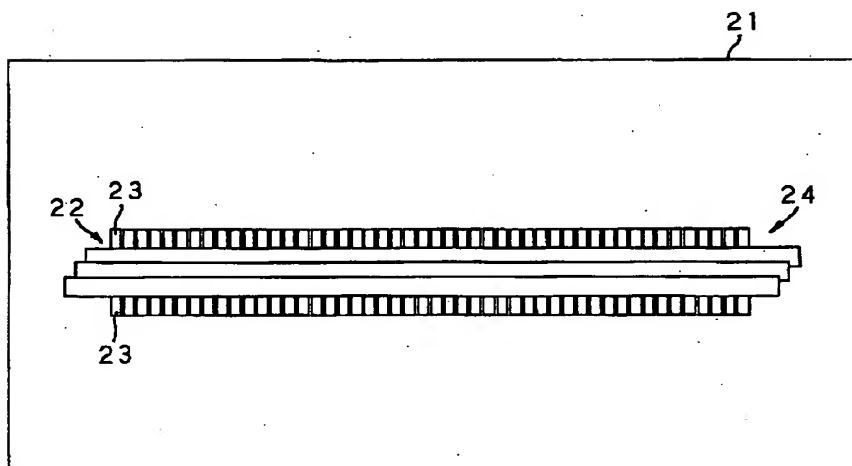
【図 6】



【図 10】

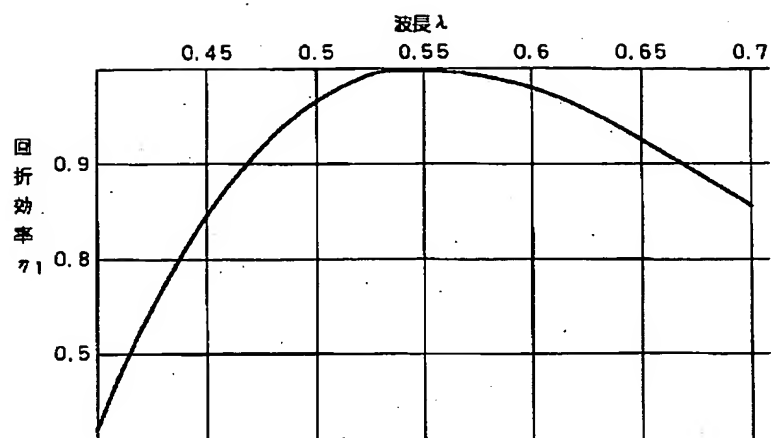


【図 8】



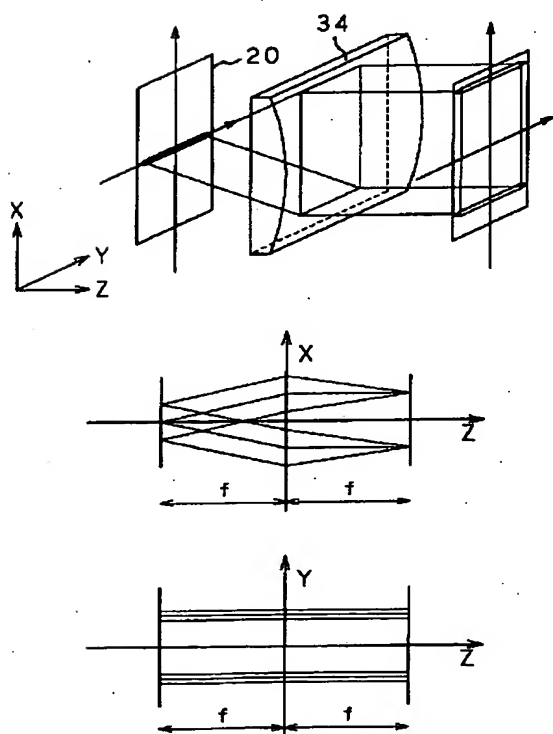


【図 9】

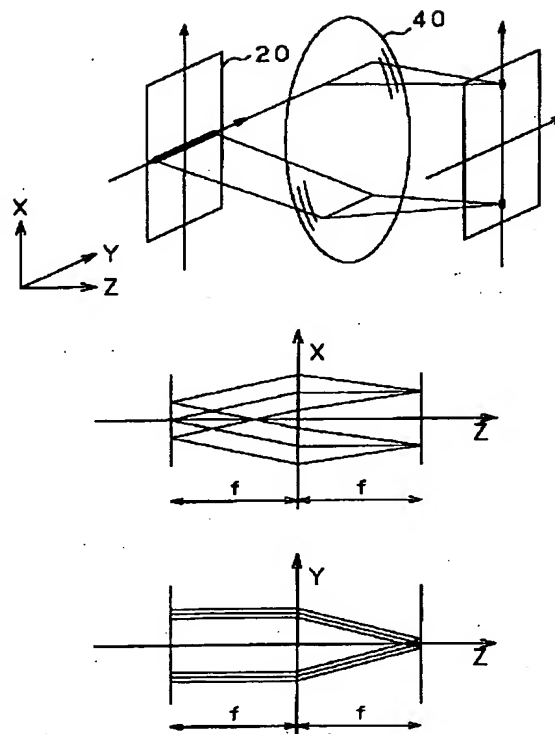


ブレード型回折格子における波長と回折効率との関係

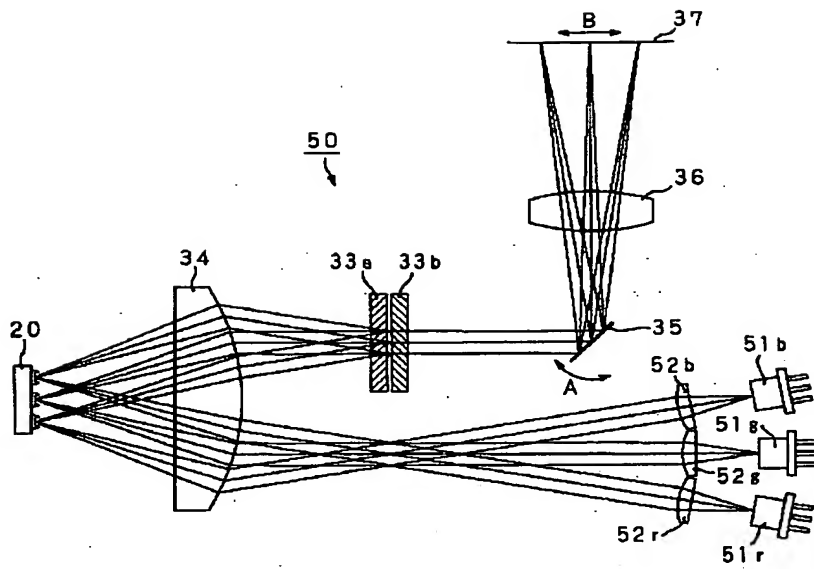
【図 13】



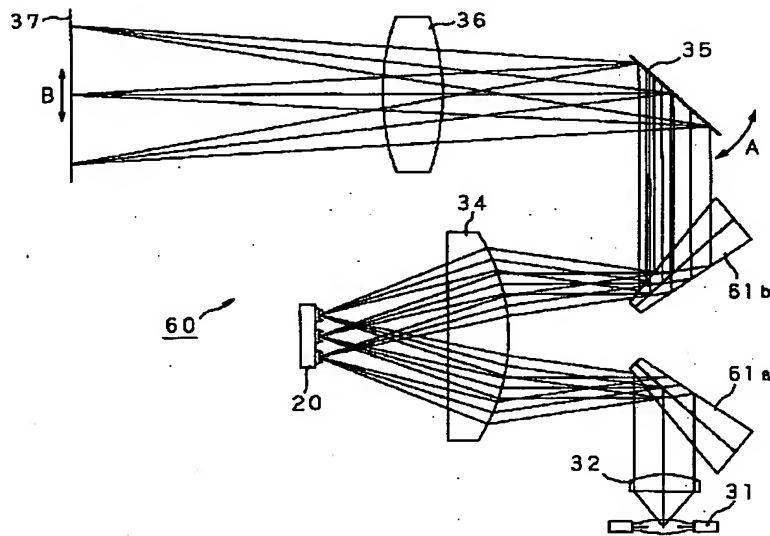
【図 14】



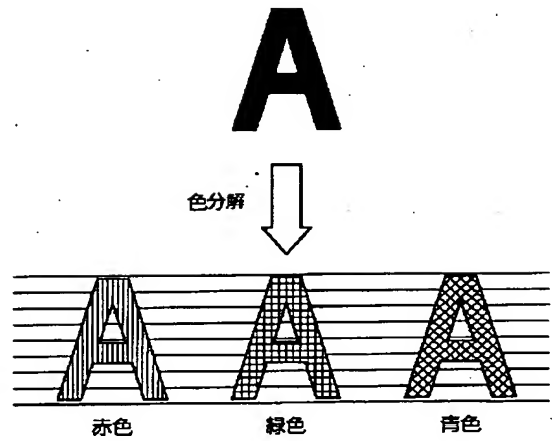
【図 15】



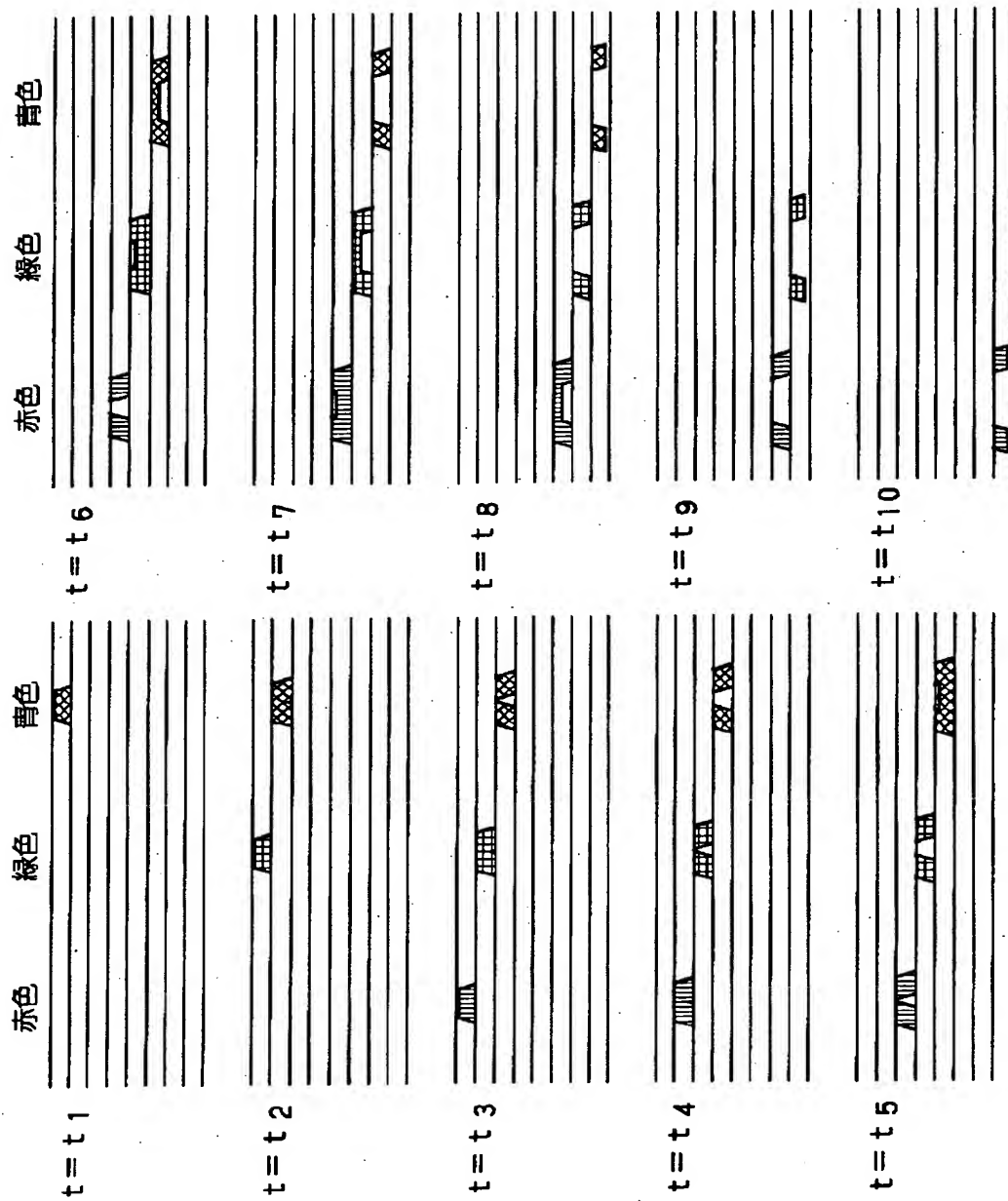
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

33/12

識別記号

F I

33/12

テーマコード (参考)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**